

**56. ročník Fyzikálnej olympiády**  
**v školskom roku 2014/2015**  
**Kategória E – domáce kolo**  
*Text úloh*

### **1. Autobus**

Autobus medzi dvomi zastávkami v susedných dedinách sa pohybuje stálou rýchlosťou  $v_1 = 48$  km/h. Po dobe  $t_0 = 10$  min jazdy z prvej zastávky rýchlosťou  $v_1$  zastal pred železničným prejazdom a čakal dobu  $\tau = 1,5$  min, kým prejde vlak. Vodič chcel potom dohnať stratu a prísť na nasledujúcu zastávku, ktorá sa nachádza vo vzdialenosti  $s_2 = 4,0$  km za prejazdom, podľa cestovného poriadku.

a) Urči vzdialenosť  $s_1$  železničného prejazdu od prvej zastávky a vzdialenosť  $s_0$  medzi oboma zastávkami.

b) Aký čas  $t_0$  potrebuje autobus na prejdenie trasy medzi zastávkami v prípadoch, keď železničný prejazd nie je uzavretý?

c) Urči priemernú rýchlosť  $v_2$  autobusu medzi železničným prejazdom a druhou zastávkou autobusu, aby prišiel na druhú zastávku v čase podľa cestovného poriadku.

d) Aká je priemerná rýchlosť  $v_p$  pohybu autobusu medzi zastávkami?

*Pozn.: Pri určovaní priemernej rýchlosti uvažuj iba časové intervaly, kedy sa autobus pohyboval.*

e) Na milimetrový papier nakresli graf závislosti dráhy  $s$  autobusu v závislosti od času  $t$  pre celú trasu jeho pohybu ( $x = \text{čas } t, y = \text{dráha } s$ ). Na osiach  $t$  a  $s$  zvoľ vhodné veľkosti jednotiek.

f) Na milimetrový papier nakresli graf závislosti rýchlosti  $v$  pohybu autobusu v závislosti od času  $t$  pre celú trasu jeho pohybu ( $x = t, y = v$ ). Na osiach  $t$  a  $v$  zvoľ vhodné veľkosti jednotiek. V úlohách e) a f) označ časti grafov prislúchajúce pohybu autobusu medzi prvou zastávkou a prejazdom, státie pred prejazdom a jazdu medzi prejazdom a druhou zastávkou.

*Pozn.: rozjazd a spomalenie autobusu na trase v riešení úlohy neuvažuj.*

### **2. Prieskumný čln**

Na mori pláva konvoj lodí rýchlosťou  $v_1 = 15$  km/h. Od prvej lode konvoja vyplával v smere pohybu konvoja rýchly prieskumný čln stálou rýchlosťou  $v_2 = 25$  km/h. Čln sa vrátil naspäť za čas  $t_0 = 3,0$  h.

Úlohu rieš najskôr vzhľadom na vzťažnú sústavu more (A), potom vzhľadom na vzťažnú sústavu konvoj lodí (B).

a) Za aký čas  $t_1$  od svojho štartu sa čln obrátil na spätočnú cestu?

b) Do akej najväčšej vzdialenosti  $d_1$  od čela konvoja sa čln počas svojej plavby dostal?

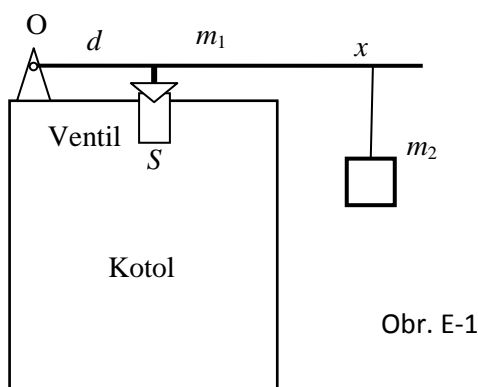
### **3. Tlaková poistka**

V parnom kotle, v ktorom je maximálny povolený pretlak  $\Delta p_m = 1,0$  MPa pary, je namontovaný poistný ventil, ktorý pozostáva z kužeľovej záklopky, ktorá je pritláčaná na horný koniec rúrky s prierezom  $S = 4,0$  cm<sup>2</sup> spojenej s vnútorným priestorom kotla, obr. E-1.

Záklopka je pritláčaná k otvoru rúrky jednozvratnou pákou so závažím. Zvislá os záklopky sa nachádza vo vzdialenosti  $d = 6,0$  cm od osi O otáčania páky. Páka je homogénna tyč s hmotnosťou  $m_1 = 2,0$  kg a dĺžkou  $D = 20$  cm. Na páke vo vzdialenosti  $x$  od osi O je zavesené závažie s hmotnosťou  $m_2 = 5,0$  kg, ktorého záves možno pozdĺž páky posúvať.

- Opíš stručne funkciu poistného ventilu. Nakresli obrázok a znázorni v ňom všetky sily, ktoré pôsobia na páku so záklopkou.
- Urči vzdialenosť  $x_m$  závesu závažia od osi O, pre maximálny pretlak pary  $\Delta p_m$  v kotle.
- Urči veľkosť a smer sily  $F_o$ , ktorá pôsobí na os O páky, keď sa záves závažia nachádza vo vzdialenosti  $x_m$  od osi O.
- Urči veľkosť  $F$  sily, ktorou je záklopka pritláčaná k rúrke, keď záves závažia sa nachádza na konci páky a v kotle je tlak pary  $p_0 = 100$  kPa rovný atmosférickému tlaku.

Pretlak  $\Delta p$  pary v kotle je rozdiel tlaku  $p$  pary vo vnútri kotla a tlaku  $p_o$  vzduchu v jeho okolí,  $\Delta p = p - p_o$ . Gravitačná konštanta  $g = 10$  N/kg.



Obr. E-1

#### 4. Spojené nádoby

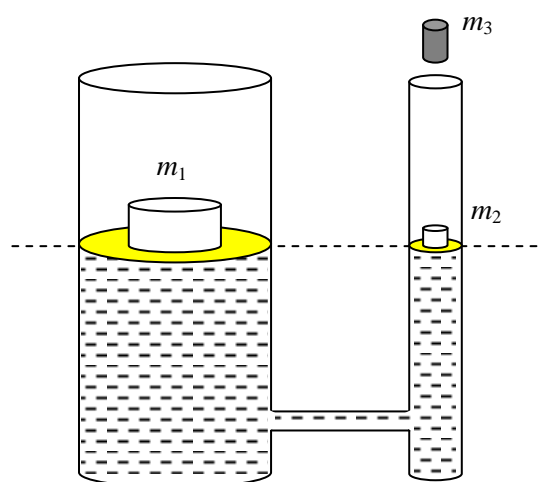
Dve spojené valcové nádoby sú naplnené vodou s hustotou  $\rho = 1\,000$  kg/m<sup>3</sup>. Väčšia má polomer  $R = 10$  cm, menšia  $r = 3,0$  cm. V oboch nádobách sú na voľných hladinách na veľmi ľahkých doštičkách umiestnené závažia s hmotnosťami  $m_1$  a  $m_2$  tak, že hladiny sú v rovnakej výške, obr. E-2.

- Urči pomer  $p = m_1/m_2$  hmotností závaží pre tento prípad.

Potom na doštičku v užšej trubici položíme tretie závažie s hmotnosťou  $m_3 = 100$  g.

- Urči rozdiel  $h$  výšok hladín v nádobách po vložení tretieho závažia.
- Urči zvislé posunutie  $h_2$  hladiny v širšej nádobe v tomto prípade.

Vodu považuj za nestlačiteľnú kvapalinu.



Obr. E-2

## 5. Práca brigádnika v gravitačnom poli Zeme

Brigádnik skladal vrecia naplnené cementom s hmotnosťou  $m = 30$  kg z plošiny nákladného automobilu, ktorá bola vo výške  $h = 1,50$  m nad vodorovnou podlahou. Vrecia boli uložené zvislo a na vodorovnú podlahu sa ukladali tiež do zvislej polohy. Ťažisko každého vrecia s cementom bolo v strede jeho výšky  $h_0 = 0,60$  m.

a) Akú prácu  $W_1$  vykonal brigádnik, ak zložil rovnomerným pohybom z plošiny  $n = 5$  vrecí naplnených cementom na podlahu.

Následne dostal brigádnik ďalšiu úlohu, preniesť vrecia s cementom po vodorovnej podlahe do vzdialenosti 20 m. Každé vrece zdvihol zvisle tak, že ťažisko vrecia zdvihol o  $h_1 = 0,30$  m a preniesol ho do určeného miesta, kde ho znova položil vo zvislej polohe na podlahu.

b) Urči prácu  $W_2$ , ktorú brigádnik vykonal pri plnení tejto úlohy.

*Pozn.: Práca  $W$ , ktorú koná vonkajšia sila  $\mathbf{F}$  je rovná súčinu vonkajšej sily, pôsobiacej v smere dráhy prenosu a tejto dráhy  $s$ ,  $W = F s$ . V prípade, že vonkajšia sila  $\mathbf{F}$  pôsobí v smere dráhy, je táto práca kladná ( $W > 0$ ), ak pôsobí v opačnom smere, ako je smer dráhy prenosu, je táto práca záporná ( $W < 0$ ). Ak sila  $\mathbf{F}$  je kolmá na dráhu s prenosu, vykonaná práca je nulová  $W = 0$ .*

c) Akú prácu pri tejto činnosti vykonal svaly brigádnika? Odpoveď zdôvodni.

## 6. Elektrický obvod

Každá dvojica rezistorov s odpormi  $R_1 = 1,0 \Omega$  a  $R_2 = 2,0 \Omega$ ;  $R_3 = 2,0 \Omega$  a  $R_4 = 3,0 \Omega$ ;  $R_5 = 7,0 \Omega$  a  $R_6 = 8,0 \Omega$  je zapojená sériovo. Tieto dvojice rezistorov, ako vetvy, sú spojené navzájom paralelne a pripojené sériovo s rezistorom s odporom  $R_7 = (1/3) \Omega$  ku zdroju s napätím  $U = 12$  V.

a) Nakresli schému elektrického obvodu.

b) Urči výsledné odpory  $R_{12}$ ,  $R_{34}$  a  $R_{56}$  dvojíc rezistorov v paralelných vetvách a celkový odpor  $R$  trojice paralelných vetiev.

c) Urči prúd  $I$  prechádzajúci zdrojom napätia a prúdy  $I_1$ ,  $I_2$  a  $I_3$  prechádzajúce paralelnými vetvami obvodu.

## 7. Určenie gravitačnej konštanty $g$ – experimentálna úloha

Cieľom experimentálnej úlohy je určiť gravitačnú konštantu  $g$  s použitím matematického kyvadla.

*Teória:*

Matematické kyvadlo je malé teliesko s veľkou hustotou ( $\rho > 1 \text{ g/cm}^3$ , napr. železná guľôčka, malý kameň a pod.) zavesené na tenkú niť a dĺžkou  $l$  oveľa väčšou ako sú rozmery telieska. Po vychýlení kyvadla zo zvislej polohy o veľmi malý uhol ( $\varphi < 5^\circ$ ) a uvoľnení kyvadlo kmitá okolo rovnovážnej zvislej polohy s dobou kmitu (periódou)

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{l}{g}}, \quad (1)$$

kde  $g$  je gravitačná konštantá.

Ak zavedieme nové premenné  $x = \frac{T^2}{4\pi^2}$  a  $y = l$ , výraz (1) má tvar  $y = g x$ , ktorý je rovnicou priamky v súradnicovej sústave  $x, y$  prechádzajúcej začiatkom súradníc. Smernica priamky  $y = g x$  je  $g$  ( $g = \Delta y / \Delta x$ ).

*Postup:*

1. Teliesko zaves na niť a odmeraj čo najpresnejšie vzdialenosť  $l$  bodu závesu od ťažiska telieska. S použitím stopiek odmeraj dobu kmitu  $T$  kyvadla (pre zvýšenie presnosti odmeraj dobu  $T_{20}$  20 kmitov a výsledok vydeľ 20). Meranie opakuj pre 10 rôznych hodnôt dĺžky závesu.
2. Namerané hodnoty zapíš do tabuľky. Do tabuľky zapíš pre každé meranie aj hodnotu  $x$ .
3. Na milimetrový papier zostroj graf závislosti  $y$  od  $x$ , do grafu zakresli body so súradnicami  $x_n$  a  $y_n$  pre jednotlivé merania a zostroj priamku prechádzajúcu začiatkom súradníc a čo najlepšie zodpovedá bodom grafu (optimálnu priamku).
4. Pomocou súradníc  $x_M, y_M$  bodu  $M$  na optimálnej priamke (pre zvýšenie presnosti zvol bod  $M$  čo najďalej od začiatku súradníc) určí hodnotu  $g$  gravitačnej konštanty.
5. Zhodnot presnosť určenia gravitačnej konštanty. Získanú hodnotu porovnaj s hodnotou  $g_0 = 9,81 \text{ N/kg}$  typickou pre Slovensko a uveď niektoré príčiny nepresnosti výsledku.

(ďalšie informácie na <http://fo.uniza.sk> a [www.olympiady.sk](http://www.olympiady.sk))

---

## 56. ročník Fyzikálnej olympiády – Úlohy domáceho kola kategórie E

Autori úloh: Lubomír Konrád (1, 2, 3), Mária Kládiová (4),  
Daniel Klvanec (5), Kamil Bystrický (6), Ivo Čáp (7)  
Recenzia a úprava úloh: Daniel Klvanec, Ivo Čáp  
Redakcia: Lubomír Konrád  
Slovenská komisia fyzikálnej olympiády  
Vydal: IUVENTA – Slovenský inštitút mládeže, Bratislava 2014